

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Папынова Евгения Константиновича «Формирование и взаимосвязь структурно-фазовых характеристик и свойств функциональных керамик при искровом плазменном спекании», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.17. - Материаловедение (технические науки).

Решение современных технических проблем часто требует разработки новых функциональных материалов, обладающих уникальными эксплуатационными свойствами. В этом ряду особое внимание уделяется керамическим материалам, изделия из которых должны соответствовать высоким требованиям эксплуатационного качества. Для решения этих задач необходимо разработать функциональные материалы с заданными структурно-фазовыми характеристиками и технологические приемы формирования изделий на их основе. В частности технология искрового плазменного спекания (ИПС) порошков под давлением, может быть использована для регулирования физико-химических характеристик функциональных керамик. Спекание приводит к консолидации порошковых систем в неравновесных условиях разогрева за счет импульсного электрического тока. При этом процесс ИПС реализуется при высоких скоростях разогрева и охлаждения, сопровождается активной атомной диффузией, объемным массопереносом и деформационными процессами в твердой фазе. Полученные материалы за счет синергизма свойств компонентов, открывают возможности для создания изделий с новым уровнем функциональных и механических свойств.

Слабым местом в этой концепции является недостаточность сведений о свойствах для большого количества неорганических систем, что ограничивает широкое практическое применение данной технологии.

В связи с этим диссертационная работа Е.К. Папынова, посвященная исследованию закономерностей и механизмов консолидации дисперсных материалов в условиях ИПС, а также получению новых научных данных о влиянии режимов процесса на структурно-фазовые превращения, характеристики и свойства формируемых функциональных керамик и изделий на их основе, является необходимой и актуальной.

В работе В.К. Папынова впервые исследовано влияние температуры искрового плазменного спекания на кинетику консолидации синтетических цеолитов NaX, NaA, NaY, магнитного нозеана, адсорбционно насыщенных цезием, и реакционной смеси SrCO₃, TiO₂, в том числе в составе с допантами Y³⁺ и Zr⁴⁺. При этом исследованы состав, структура и физико-механические характеристики формирующейся минералоподобной керамики.

Впервые установлены закономерности фазообразования в составе керамики на основе поллуцита, получаемой в ходе консолидации синтетических алюмосиликатов, и титаната стронция структуры перовскита, формируемого при твердофазном синтезе компонентов реакционной смеси, а также при допировании исходных смесей магнитной добавкой и компонентами, моделирующими продукты распада радионуклидов.

Экспериментально определена высокая гидролитическая стойкость керамик на основе поллуцита ($R_{c_s} = 10^{-7}-10^{-8}$ г/см²·сут), титаната стронция структуры перовскита ($R_{s_r} = 10^{-5}-10^{-6}$ г/см²·сут) и их композитов, содержащих до 26,1 мас.% цезия и до 32,59 мас.% стронция (ГОСТ Р 50926-96) для отвержденных ВАО. Установлен механизм выщелачивания ионов цезия и стронция, который характеризуется преимущественно диффузией данных ионов с поверхности керамики без разрушения ее структуры, при минимальной глубине их

диффузии из объема к поверхности керамики, а также при минимальном проникновении раствора в ее объем.

В работе Е.К. Папынова экспериментально показано преимущество искрового плазменного спекания перед традиционными методами холодного прессования и спекания, микроволнового спекания, горячего прессования, которое обеспечивает эффективное получение относительно плотной, механически прочной, бездефектной и монолитной керамики на основе поллуцита с высокой гидролитической стойкостью ВАО.

Разработан способ изготовления опытных изделий НИИ закрытого и открытого типа с применением ИПС. Впервые описаны физико-химические основы консолидации алюмосиликатной шихты, адсорбционно насыщенной цезием в составе с CsCl, а также реакционной шихты, содержащей стронций в объеме герметичного стального контейнера и армирующей матрицы из титанового сплава, с получением керамик на основе поллуцита и титаната стронция структуры перовскита в качестве активных зон в конструкциях данных источников.

Исследованы физико-химические закономерности формирования ФГМ слоистого типа, в том числе с профилем лопатки газотурбинного двигателя, на основе SiC-керамики, высоколегированной стали X18H15 или жаропрочного сплава (ЖС6У-ВИ), по технологии ИПС с использованием металлического связующего Ti-Ag для компенсации ТКЛР.

Установлено влияние температуры понижающей спекающей добавки (0,1-0,4 мас.%) LiF на процесс консолидации порошка Ta₂O₅ в условиях ИПС, использование которой позволяет формировать керамику высокой относительной плотности (> 98,3 %) и микротвердости 465 HV при более низкой температуре (1000 °С) по сравнению со спеканием без добавки (1200 °С). Разработан способ и изготовлен опытный образец радиозащитного изделия для глаз на основе Ta₂O₅ с нанесенным полимер-биосовместимым покрытием с применением ИПС для медицинской клинической практики.

Диссертационная работа Папынова Е.К. является фундаментальным научным исследованием. По теме опубликованы: 41 научная работа, включая 20 статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК; 3 главы в монографиях; 10 статей в трудах конференций; получено 8 патентов РФ.

Замечания.

1. Было бы желательно более подробно описать установку для получения образцов по технологии искрового плазменного спекания (ИПС) порошков под давлением, основные параметры ячейки формования: давления в формах, температуры, токи, напряжения, частоты обработки, условия подготовки образцов, материал форм.
2. Желательно указать параметры подготовки образцов синтетических цеолитов NaX, NaA, NaY, магнитного позеана, адсорбционно насыщенных цезием, перед процедурой ИПС; какую долю составляет порозность в полученных материалах. Почему именно эти цеолиты были выбраны для решения задач консолидации порошков с цезием.

В целом, автореферат Е.К. Папынова дает наглядное представление о диссертации как научной работе, отличающейся убедительной логикой построения и изложения результатов. По своей актуальности, научной новизне, практической значимости, объему и достоверности полученных данных, полноте их анализа и обоснованности выводов,

диссертационная работа «Формирование и взаимосвязь структурно-фазовых характеристик и свойств функциональных керамик при искровом плазменном спекании», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.17. - Материаловедение (технические науки), представляет собой завершенное научное исследование и полностью отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук. Автор работы – Папынов Евгений Константинович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.17. - Материаловедение (технические науки).

Заведующий

Лабораторией сорбционных процессов

им. М.М. Дубинина

Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Института физической химии и
электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской
академии наук (ИФХЭ РАН),

доктор физико-математических наук

Фомкин

Анатолий Алексеевич

119071 Москва, Россия, Ленинский проспект 31, стр. 4.

Тел. +7(495)952-5681

e-mail: fomkinaa@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук (ИФХЭ РАН);

Заведующий Лабораторией;

Специальность 1.4.4-Физическая химия.

Подпись Фомкина Анатолия Алексеевича «Заверяю»:

Заместитель директора ИФХЭ РАН

по научной работе

кандидат химических наук



Р.Х. Залавутдинов